

一河川に連なるダム湖の光合成量

宮地成子・八木明彦

The Photosynthesis in Five Dams Belonging to a River

Shigeko MIYACHI and Akihiko YAGI

Abstract

The photosynthesis and photosynthetic activity were measured in five dams of the Yahagi River where was located on central Japan. A count of 0.00 to 0.729mg $O_2 \cdot l^{-1} \cdot hr^{-1}$ in the values of photosynthesis was obtained and the photosynthetic value from 0.00 to 145mg $O_2 \cdot mg \text{ Chl. } a^{-1} \cdot hr^{-1}$ was also measured. It was found that the eutrophication was the highest period of the previous data in five dams of the Yahagi River. The appearances of red tide were recognized in the Yahagi dam on October and November 1989. In this case, the values of photosynthesis was 0.49 to 1.27mg $O_2 \cdot l^{-1} \cdot hr^{-1}$ and the photosynthetic activity was 2.64 to 4.17mg $O_2 \cdot mg \text{ Chl. } a^{-1} \cdot hr^{-1}$. The photosynthetic activity was generally low in these dams of Yahagi River when a high photosynthesis was obtained. This is an interesting problem concerning the eutrophication.

はじめに

河川やダム湖の水質汚濁を知る方法として、生活環境基準項目に指定されている、BOD・COD・SS等がある。しかし、これらの測定値から直ちに植物プランクトンが発生し易いかは判定不可能である。一方、河川の止水域にはしばしば植物プランクトンの大発生（赤潮の発生）が生じ、これを利用する水道源にカビ臭等の好ましからざる影響が出始めている。矢作川においても淡水赤潮の発生が¹⁾認められ、今後この様な問題が起こると考えられる。

淡水赤潮の発生状況の把握には、単に赤潮発生時のクロロフィル測定や顕微鏡観察を行うのみでなく、一次生産量を測定することも重要である。一次生産量の測定の方法として光合成量から求める^{2), 3), 4), 5)}場合がある。一次生産量の測定方法については、Odum (1965)³⁾の研究が、光合成量・光合成活性についてはRayther (1965)⁴⁾の研究があり、それ以来多くの研究がなされている。しかしながら、河川及びダム湖についての研究は少なく、特に矢作川においては、一次生産量の測定が付着ソウ類についてYagi and Sugiyama (1985)⁶⁾によって下流部で実施されている以外にない。

さらに、一河川の上流部から中・下流部に存在する連続した一連のダム湖内の光合成量を測定することや、一つのダム湖について各月ごとの植物プランクトンの一次生産量を求めること

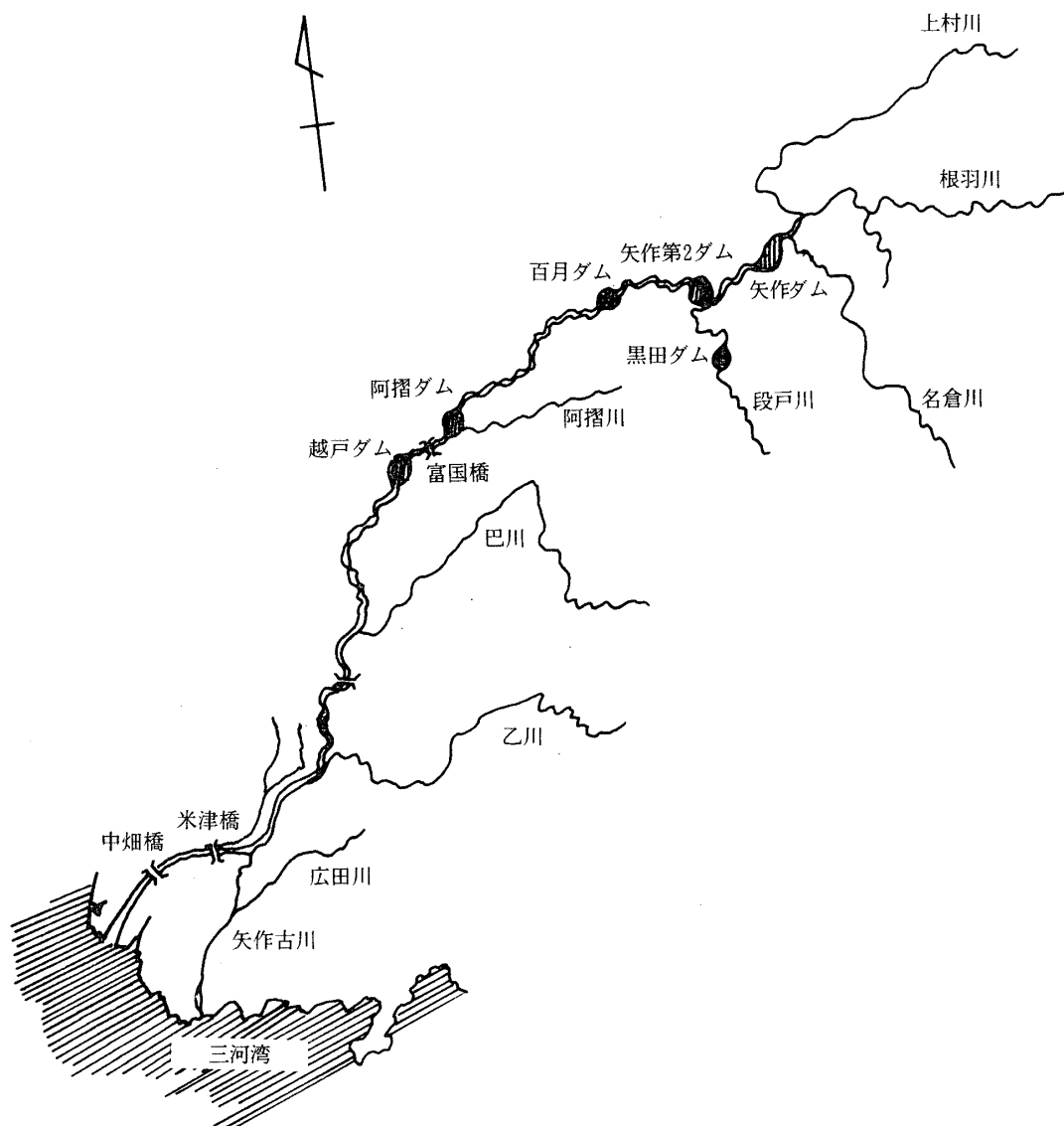


図1 矢作川光合成調査地点図

により、その河川の水質や富栄養化のより詳細な特徴を知ることができる。Yagi ら(1983)⁷⁾は一年間に渡って、月2回の割合で O_2 法による光合成量を深見池で観測し、20年前のデータと比較して富栄養化の著しいことを示したが、この測定には多大な時間と労力を要するため他にはほとんど報告をみない。

本研究は、矢作川に連なる5個のダム湖内の光合成量をタンク法により測定することによって、矢作川の富栄養化をより詳細に知るために行った。

方 法

1. 試水

図1に示す矢作川水系の黒田・矢作第2・百月・阿摺・越戸の各ダム湖において採水した表面水(0.5m)を用い試水とした。

2. 時期

黒田ダム湖のみは1984年4月～1990年3月までの各月ごとに実施し、他は春季（5月）、夏季（8月）及び冬季（1月）の3回について観測した。また、特に赤潮の発生が肉眼的に認められた秋の矢作ダム湖の試水についても測定を試みた。

3. 光合成量・光合成活性

研究室に持ち帰った試水を、速やかに実験に供した。酸素瓶（100ml）による明暗瓶法で行い、蛍光灯（約10,000Lux）に4時間照射の下で、この間の溶存酸素量変化より算出した。溶存酸素量はセントラル社製（URTRA-DOメーター）で測定した。いずれも単位時間あたりに換算し計算した（ $GP = NP + R$ ：GP；総生産量，NP；純生産量，R；呼吸量）。

4. クロロフィル-a

ワットマン GF/C でろ過した濾紙上の沈澱物を92%アセトン抽出による西条（1972）²⁾の方法で定量した。

結果及び考察

1. 光合成量の季節別地点変動

測定した光合成量について、各ダム湖の季節変化を求めた結果を図2に示す。黒田ダム湖を除いて、5月の総生産量が高く、8月に低い傾向が認められた。この場合に最大で約10倍の差が認められる。春季の高いのは春のブルームの時期と一致しているためと考えられる。これらの値は木曽川の中・下流部で得られている値⁹⁾ $0.01 \sim 0.10 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ より最大で7倍程度大きいことが認められた。また、矢作川のダム湖の値は富栄養化が著しいと言われている三河湾の値^{9), 10)} $0.03 \sim 0.79 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ に相当することが判明した。特に阿摺ダム湖の春季の値が三河湾に認められる赤潮¹⁰⁾に匹敵することは注目される。

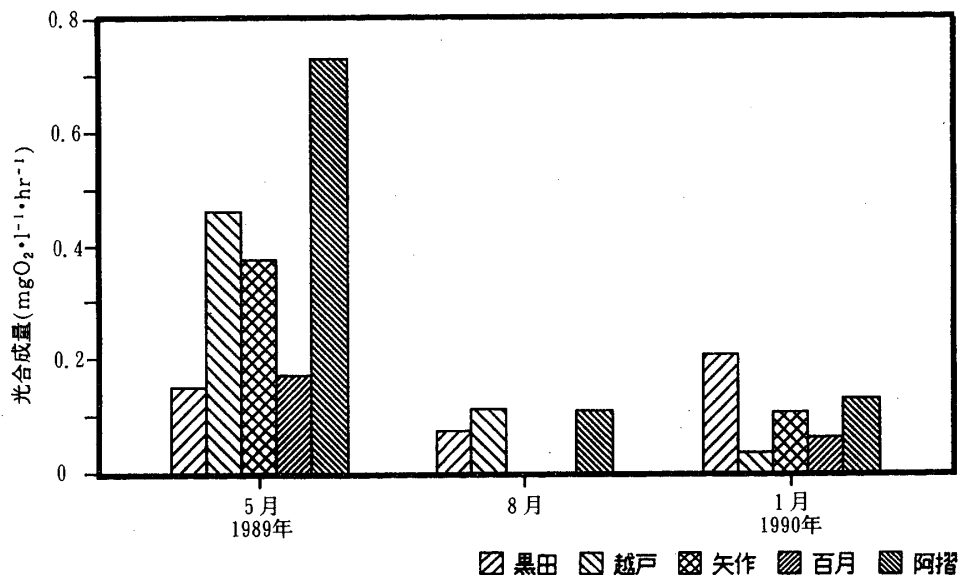


図2 各地点における光合成量の比較

2. 光合成活性の季節別地点変動

植物プランクトンの光合成活性については、有賀 (1973)¹¹⁾ が貧栄養湖で $0.26 \sim 2.6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 、中栄養湖で $2.6 \sim 7.8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 、及び富栄養湖で $7.8 \sim 15.6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ であることを示した。また、付着微生物の光合成活性についてもほぼ同様の値を相崎 (1980)¹²⁾ が報告している。一方、海域について、三河湾では $2.6 \sim 13.0 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ の範囲である。矢作川の各ダム湖についての光合成活性は図3に示すようになる。

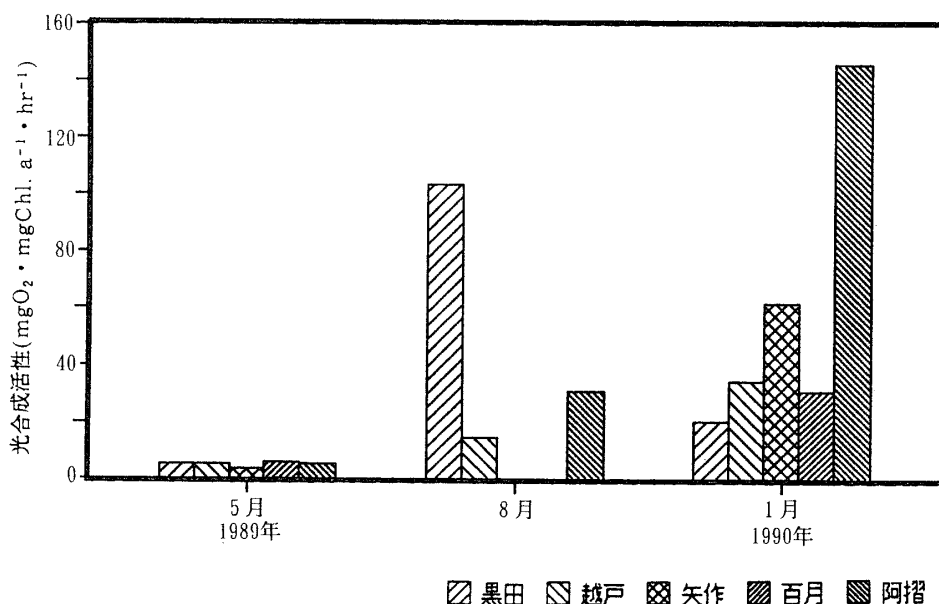


図3 各地点における光合成活性の比較

光合成量の高い季節よりも、低い時に光合成活性が高い傾向が認められる。特に夏季の黒田ダム湖と冬季の阿摺ダム湖において、約 $100 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ と $140 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ の非常に高い値が測定された。しばしば高い生産量を示す春季にかえって光合成活性が低く、既に成長の末期であることを想像させるのに対し、このように冬季で高い値が得られるのは、活発な成長期にあることを示唆すると思われる。

3. 黒田ダム湖の光合成量・光合成活性の月変化

矢作川の上流に位置する黒田ダム湖について、各月ごとの光合成量と光合成活性を求め、その結果を図4-1と図4-2に表す。

純生産量に比べ呼吸量の大きい月は5月、7月、9月、10月、11月及び12月で、中でも9月と12月は呼吸量のみであり、湖水の酸素消費が著しいことをうかがわせる。逆に純生産量が高い月は、1989年4月、1990年1月、2月及び3月であり、初春と冬季に植物プランクトンが発生していることを示している。興味深いことに、総生産量を年間を通してみると、図4-1のように8月、9月が低い凹型になる傾向が示された。一方、光合成活性は総生産量が低い8月に年間の中で2番目に高い値を示しており、その値は $70 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl. a}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ に達している。この様に、光合成量の値が高い時に光合成活性が低い傾向がみられた。

以上の値から判断し、黒田ダム湖は、富栄養湖であると考えられた。

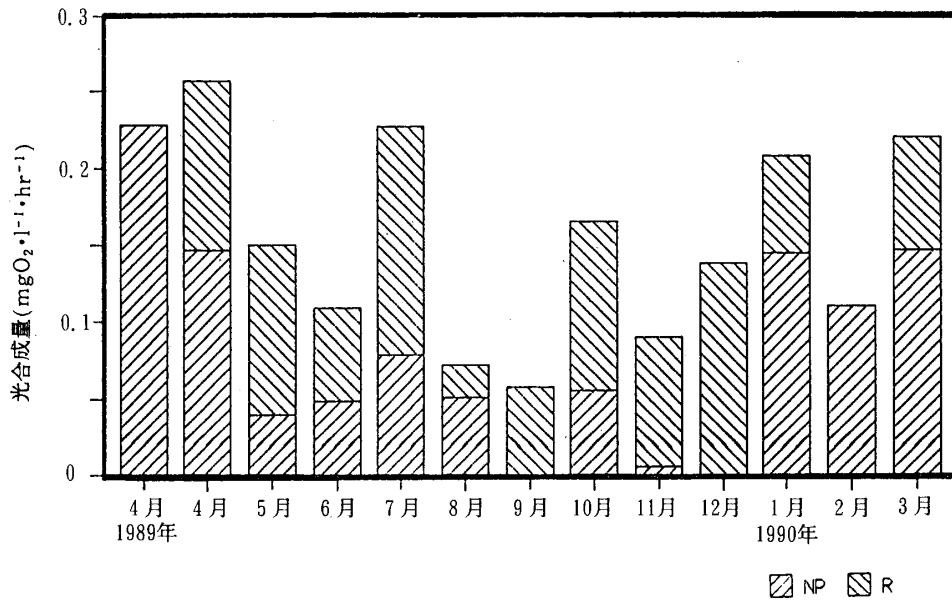


図 4-1 ダム湖内における光合成量の月変動 (黒田ダム湖)

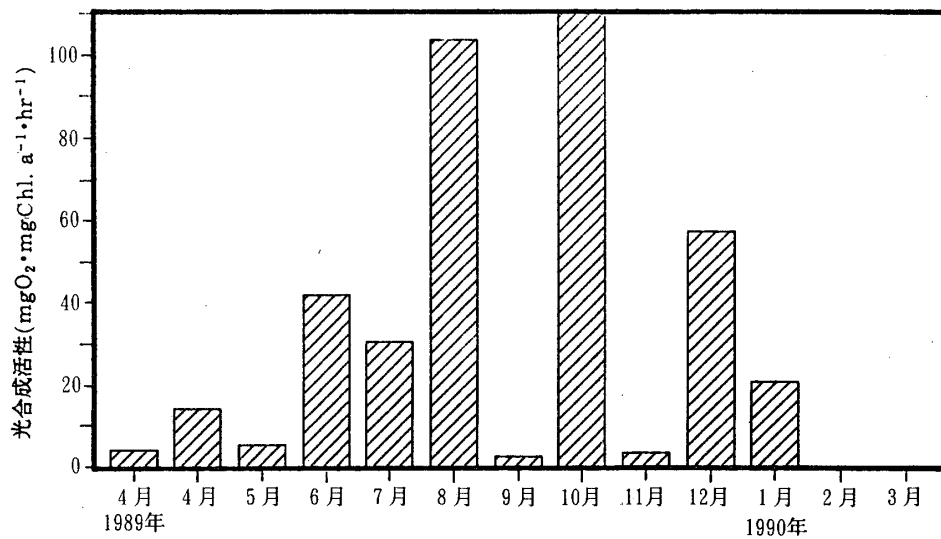


図 4-2 ダム湖内における光合成活性の月変動 (黒田ダム湖)

4. 肉眼的赤潮発生時における光合成

矢作ダム湖において、現場で肉眼的に赤潮の発生が認められた時の試水を用いて光合成量と光合成活性を求めたものが、図 5-1 と図 5-2 である。また対照として、肉眼的に赤潮が発生していない同一湖内での近くの試水を採水して同時に実験を試みた。

光合成量の値からは非常に高い生産量を示し、赤潮の発生が明らかに証明できた。しかしながら、光合成活性は対照試水の方が高い値が得られ、こちらの方が活発な活性を示す赤潮の存在が示唆された。このことは、「赤潮の発生」と肉眼的に示された試水の中の植物プランクトンは成長末期の形であり、赤潮の増殖が一段落し、消滅しつつある時期のものと思われる。一方、対照の試水は成長期初めで、これから活発に増殖活動する時期の赤潮が少し混入していたものと思われる。

以上、矢作川に連なるダム湖の光合成量と光合成活性を測定し、一部のダム湖はかなりの富栄養湖であることが認められ、いつ植物プランクトンの大発生（ブルーム）が生じてもおかしくない状態であると考えられた。

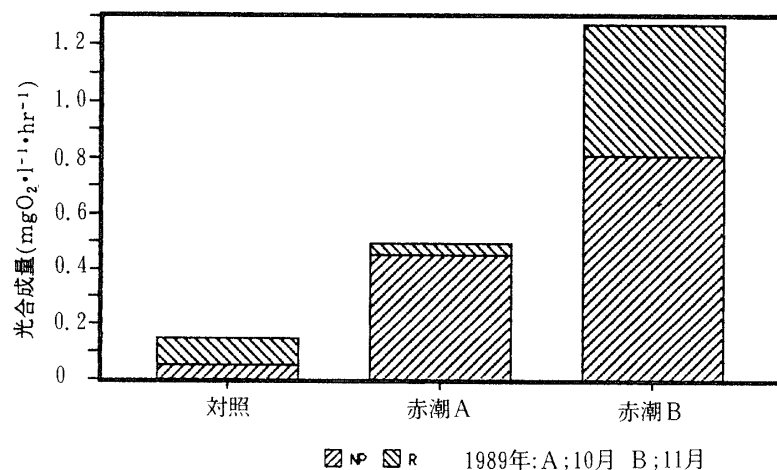


図5-1 赤潮発生時の光合成量（矢作ダム湖）

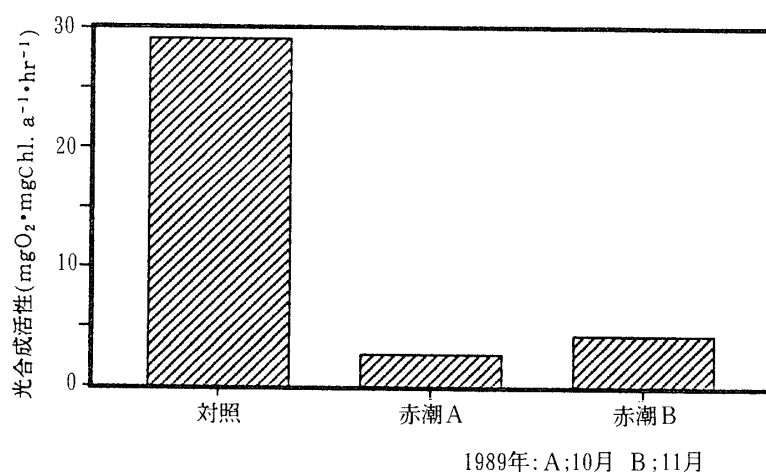


図5-2 赤潮発生時の光合成活性（矢作ダム湖）

要 約

矢作川に連なる5個のダム湖について光合成量と光合成活性を求めた。

1. いずれのダム湖においても5月の光合成量が特に高かった。
2. 光合成量の値は $0.15 \sim 0.75 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ の範囲で中栄養～富栄養湖に相当する値であった（5月）。
3. 光合成活性は黒田ダム湖で8月に高い以外はいずれも1月に高いことが示された。
4. 本研究において、高い生産量を示す春季にはかえって光合成活性が低く、成長末期であることを想像させたが、冬季では活発な成長期にあることが示唆された。
5. 肉眼的に赤潮の発生が認められた試水よりも、その発生付近で採水した「肉眼的にきれいな水」の方に活発な成長初期のものが存在することが光合成活性の測定より認められた。

参 考 文 献

- 1) 門田元：淡水赤潮, 129~170, 恒星社厚生閣 (1987)
- 2) 西条八束：陸水学雑誌, **36**, 103 (1972)
- 3) Odum H.T. : Limnol. Oceanogr., **1**, 102~117 (1956)
- 4) Ryther J.H. : Limnol. Oceanogr., **1**, 72~84 (1956)
- 5) 日本水質汚濁研究協会編：湖沼環境調査指針, 183~191, 公害対策技術同友会 (1982)
- 6) Yagi A. and Sugiyama A. : 名古屋女子大学紀要, **31**, 87~94 (1985)
- 7) Yagi A., I. Shimodaira, H. Terai and Y. Saijo : 陸水学雑誌, **44**, 283~292 (1983)
- 8) 日本気象協会東海本部：木曽川一次生産量調査報告書, 92~100, 建設省木曽川上流工事事務所 (1981)
- 9) 西条八束, 八木明彦, 三田村緒佐武：沿岸海洋研究ノート, **16**, 57~64 (1978)
- 10) 西条八束, 八木明彦, 三田村緒佐武：伊勢湾・三河湾, 日本全国沿岸海洋誌 (日本海洋学会沿岸海洋研究会編), 493~559, 東海大学出版会 (1985)
- 11) 有賀祐勝：水界植物プランクトン, 1~91, 共立出版 (1973)
- 12) 相崎守弘：陸水学雑誌, **41**, 225~234 (1980)